

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



#4

**PATENT APPLICATION****IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of

Jerome FOURNIER, et al.

Attorney Docket No. Q66648

Appln. No.: 09/970,682

Group Art Unit: 1774

Confirmation No.: 1857

Examiner: Not Assigned

Filed: October 05, 2001

For: A VARNISHING COMPOSITION, A METHOD OF MANUFACTURING THE  
COMPOSITION, A COATED WINDING WIRE, AND A RESULTING COIL**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of the priority document on which a claim to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
David J. Cushing  
Registration No. 28,703SUGHRUE MION, PLLC  
2100 Pennsylvania Avenue, N.W.  
Washington, D.C. 20037-3213  
Telephone: (202) 293-7060  
Facsimile: (202) 293-7860

Enclosures: France 0012874

Date: December 6, 2001

THIS PAGE BLANK (3070)



Q66048  
1 of 1

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

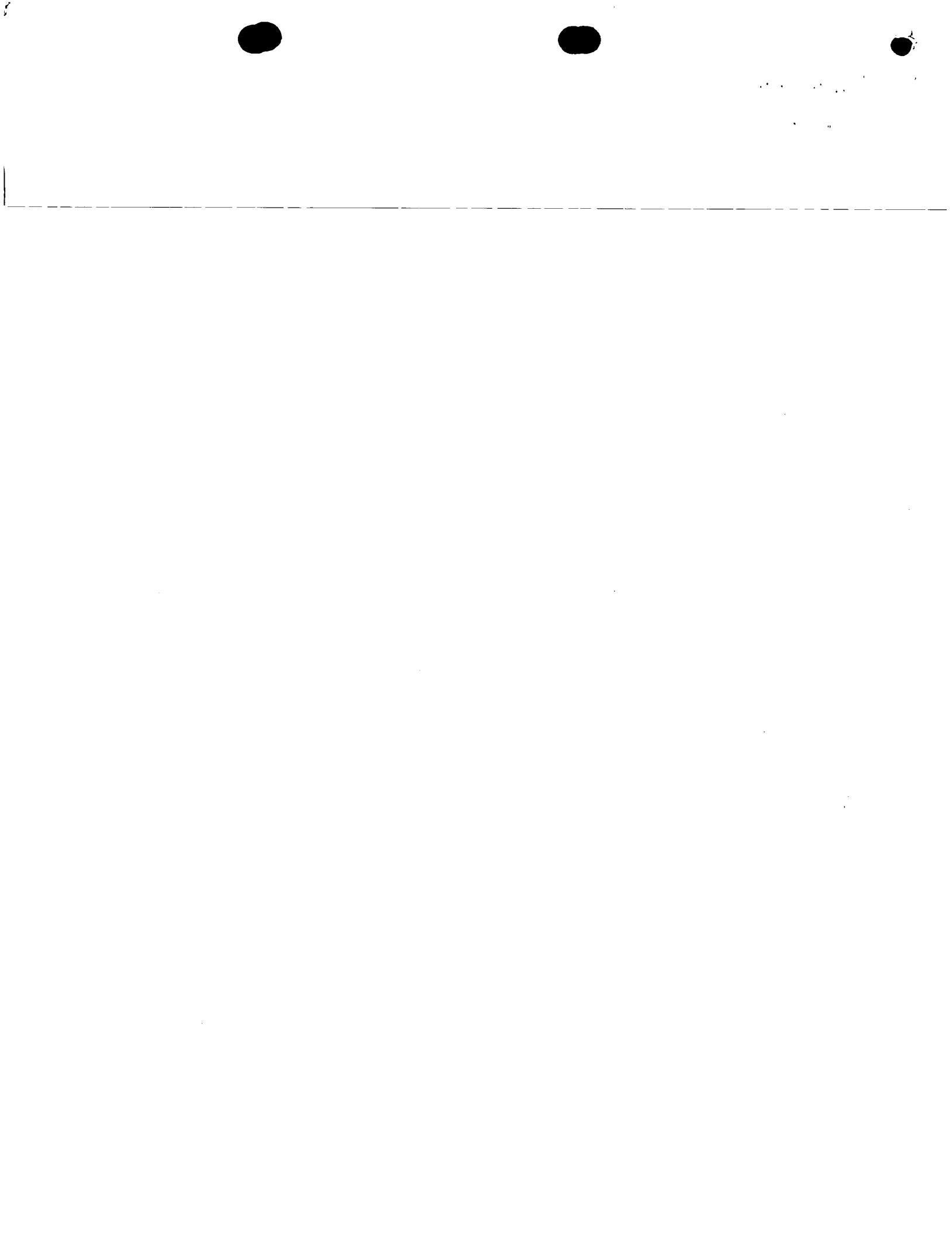
Fait à Paris, le 17 OCT. 2001

Pour le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIETE  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)





INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

26 bis, rue de Saint-Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

## BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

L6

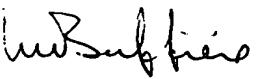
Réserve à l'INPI	
<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>9 OCT 2000</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b>  <b>N° D'ENREGISTREMENT</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>0012874</b>  DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>09 OCT. 2000</b>	
<b>Vos références pour ce dossier</b> <i>( facultatif )</i> <b>103098/MB/MET/TPM</b>	
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> <b>N° attribué par l'INPI à la télécopie</b>	
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/> Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/> Demande divisionnaire <input type="checkbox"/>  <i>Demande de brevet initiale</i> <input type="checkbox"/> <b>N°</b> <b>Date</b> <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> <input type="checkbox"/> <b>N°</b> <b>Date</b> <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> <input type="checkbox"/> <b>N°</b> <b>Date</b> <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) <b>FILS DE BOBINAGE REVETU DE MATERIAUX HYBRIDES CHARGES</b>	
<b>4 DECLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>	
Pays ou organisation Date <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> <b>N°</b>  Pays ou organisation Date <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> <b>N°</b>  Pays ou organisation Date <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> <b>N°</b>  <input type="checkbox"/> <b>S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé « Suite »</b>	
<b>5 DEMANDEUR</b>  Nom ou dénomination sociale <b>ALCATEL</b>  Prénom  Forme juridique <b>Société Anonyme</b>  N° SIREN <b>5 4 2 0 1 9 0 9 6</b>  Code APE-NAF <b> </b>	
Adresse <b>Rue</b> <b>54, rue La Boétie</b>  Code postal et ville <b>75008 PARIS</b>  Pays <b>FRANCE</b>  Nationalité <b>Française</b>  N° de téléphone <i>( facultatif )</i>  N° de télécopie <i>( facultatif )</i>  Adresse électronique <i>( facultatif )</i>	

BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES		Hébergé à l'INPI
DATE	9 OCT 2000	
LIEU	75 INPI PARIS	
N° D'ENREGISTREMENT		
NATIONAL ATTRIBUE PAR L'INPI	0012874	

DB 540 W / 260899

<b>6</b> Vos références pour ce dossier : (facultatif)		103098/MB/MET/TPM
<b>6</b> MANDATAIRE		
Nom		BUFFIERE
Prénom		Michelle
Cabinet ou Société		Compagnie Financière Alcatel
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		PG 8182
Adresse	Rue	30 Avenue Kléber
	Code postal et ville	75116 PARIS
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		
<b>7</b> INVENTEUR (S)		
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée
<b>8</b> RAPPORT DE RECHERCHE		
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
<b>9</b> RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requise antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence)
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
<b>10</b> SIGNATURE DU MANDATAIRE <input checked="" type="checkbox"/> DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		Michelle BUFFIERE / LC 40 B 
		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI <b>A. PAGNIER</b> 

## BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

## DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1./2..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 w .26289

Vos références pour ce dossier <i>( facultatif )</i>	103098/MB/MET/TPM
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	

## TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

FILS DE BOBINAGE REVETU DE MATERIAUX HYBRIDES CHARGES

## LE(S) DEMANDEUR(S) :

Société anonyme ALCATEL

DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).

Nom		FOURNIER	
Prénoms		Jérôme	
Adresse	Rue	78 RUE TRONCHET	
	Code postal et ville	69006	LYON, FRANCE
Société d'appartenance <i>( facultatif )</i>			
Nom		DANEL	
Prénoms		Léonard	
Adresse	Rue	12 RUE DE BETHANCOURT	
	Code postal et ville	02300	NEUFLIEUX, FRANCE
Société d'appartenance <i>( facultatif )</i>			
Nom		PREUX.	
Prénom		Laurent	
Adresse	Rue	IMPASSE DES 4 VIES	
	Code postal et ville	38460	CHOZEAU, FRANCE
Société d'appartenance <i>( facultatif )</i>			
DATE ET SIGNATURE(S)  DU MANDATAIRE <i>( Nom et qualité du signataire )</i>		9 octobre 2000 Michelle BUFFIERE  	

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

**BREVET D'INVENTION**

**CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° .2./2..**

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

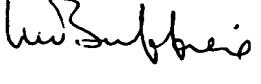
DB 113 w /26099

Vos références pour ce dossier <i>(facultatif)</i>	103098/MB/MET/TPM
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	
<b>TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> FILS DE BOBINAGE REVETU DE MATERIAUX HYBRIDES CHARGES	

**LE(S) DEMANDEUR(S) :**

Société anonyme **ALCATEL**

**DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :** (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).

Nom		STUDER	
Prénoms		Virginie	
Adresse	Rue	45, RUE DE LA RÉPUBLIQUE	
	Code postal et ville	69680	CHASSIEU, FRANCE
Société d'appartenance <i>(facultatif)</i>			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance <i>(facultatif)</i>			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance <i>(facultatif)</i>			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <del>XXXXXXXXXXXXXX</del> <del>XX DU MANDATAIRE</del> (Nom et qualité du signataire)		9 octobre 2000 Michelle BUFFIERE 	

## FILS DE BOBINAGE REVETU DE MATERIAUX HYBRIDES CHARGES

L'invention porte sur des vernis hybrides chargés, en particulier pour des fils de bobinage et des fils de bobinage recouverts de tels vernis.

- 5 Des fils de bobinage isolés par des couches de vernis sont utilisés par exemple dans la fabrication de bobines pour des convertisseurs et variateurs de fréquences.

Les vernis doivent outre leur fonction primaire d'isolation présenter une résistance thermique suffisante. Les fils de bobinage standards, constitués d'un fil en 10 matériau conducteur, en général en cuivre sont recouverts par une ou plusieurs couches de vernis de type polyester imide (PEI) et/ou polyamide imide (PAI) de la classe thermique la plus élevée présentent une résistance thermique de 20 000 heures à 200°C. L'utilisation de polyimide (PI) conduit à l'augmentation de la classe thermique jusqu'à 250°C aux dépends toutefois de la résistance aux décharges 15 partielles.

L'apparition de contraintes thermiques plus sévères, notamment dans les applications de moteurs à convertisseur de fréquence, requiert cependant la mise au point de vernis ayant une meilleure tenue à la chaleur.

Ainsi, on connaît depuis peu des vernis comportant en une seule phase des 20 parties organiques et des parties minérales. Ces vernis sont également appelés « vernis hybrides ». De tels vernis à base de précurseurs céramiques ont été décrits par K.Asano, K.Suzuki, S.Itonaga et Y.Tetsu, Hitachi Cable Review N°16 (Août 1997), 67-74. En raison de la fragilité et dureté de la céramique, le précurseur tel que des silicones ou des polycarboxysilanes est transformé en céramique qu'après 25 l'enroulement en bobine. Ces vernis présentent une résistance thermique jusqu'à 400°C après un traitement thermique particulier. Cependant, il semble que cette solution n'ait pas abouti à une application à échelle industrielle.

Le bobinage des films vernis requiert par ailleurs une résistance mécanique considérable associée à une souplesse adéquate afin que les vernis ne forment pas 30 de fissures, en particulier lors de l'enroulement des fils en bobine.

Enfin, de nouvelles applications, par exemple dans les convertisseurs, exigent une résistance aux pics de tension particulièrement élevée. En effet, les fils de

bobinage peuvent être exposés à des pics transitoires importants. Ces pics peuvent de surcroît présenter des temps de montée excédant le kV par microseconde. Le fil de bobinage peut en outre être exposé à ce type de pics de tension à une température élevée, à savoir supérieure à 180°C. Ce type de contraintes peut donner

- 5 lieu à des décharges partielles indésirables. Ces décharges entraînent le vieillissement électrique de l'isolation par l'érosion du revêtement de vernis. En présence d'un gaz tel que l'air, on parle aussi de « vieillissement Corona ».

Afin de procurer une isolation durable aux fils de bobinage, le vernis doit donc résister à de tels pics de tension transitoires afin d'éviter l'endommagement du 10 moteur et des pannes de fonctionnement prématuées.

On connaît des vernis pour fils de bobinage formulés spécialement pour résister à des décharges de type corona. Dans US 4,503,124 est décrite par exemple une composition de vernis comprenant une résine polymère chargée de particules d'alumine de taille inférieure à 0.1 micromètre. Cependant, il s'avère que ces vernis 15 présentent une résistance thermique insatisfaisante.

Dans US 5,654,095 est décrite un revêtement de protection résistant à des pics de tension proches de 3000 V, des temps de montée inférieurs à 100kV/microseconde et des élévations de température jusqu'à 300°C. Ce revêtement de protection comprend une résine et une charge sous forme de particules de taille 20 inférieure au micromètre tels que des oxydes de métal, la silice, et des argiles. Une telle protection requiert toutefois l'application obligatoire d'une couche d'isolation de base et entraîne ainsi une complication du procédé. En outre, la résistance mécanique de ces vernis laisse à désirer, en particulier lorsque les fils revêtus de vernis sont soumis à des déformations mécaniques avant l'enroulement. Ce type de 25 fils peut alors perdre sa résistance au vieillissement corona. Il a été observé que la durée de vie peut baisser de jusqu'à 90% suite à un étirement préalable de 10%.

Par ailleurs, WO98/25277 décrit un vernis hybride obtenu par condensation en présence d'eau de composés du silicium et éventuellement d'autres éléments. L'addition de fines particules de verre silanisé comme charge est 30 mentionné. Ces vernis présentent une résistance médiocre aux décharges électriques partielles à haute fréquence et sont insatisfaisants même à basse fréquence à des températures excédant 150°C.

Enfin, le document EP-A-0768680 décrit un vernis hybride auquel peuvent être ajoutées des particules de  $\text{SiO}_2$  d'une taille entre 50 et 100nm pour augmenter la proportion minérale du vernis. Un quelconque effet au niveau de la résistance aux décharges partielles ou des pics de tension dû à la présence de ces particules dans le vernis n'est pas mentionné.

Il existe donc un besoin de disposer de fils de bobinage ayant les propriétés mentionnées ci-dessus et en particulier une résistance aux décharges partielles et aux pics de tension améliorées à température élevée.

Le vernis selon l'invention permet de pallier les inconvénients de l'art antérieur.

Plus particulièrement, l'invention propose donc une composition comprenant :

- a) un copolymère obtenu à partir d'une résine thermoplastique ou thermodurcissable et contenant au moins un alkoxy silane ; et
- 15 b) une charge minérale choisie parmi les composés du B, Al, Ti, Zn, Zr, Cr, Fe, les silicates ainsi que leurs mélanges.

Avantageusement :

- La résine thermoplastique ou thermodurcissable est choisie parmi le groupe de polyamide imide (PAI), le polyester imide (PEI), le polyimide (PI), le polyester (PE) ou le polyuréthane (PU) ou polyvinylacétal (PVA) et leurs mélanges.
- 20 – Le copolymère est obtenu par addition de 10 à 50%, de préférence 20 à 40% en poids d'alkoxy silane.
- L'alkoxy silane est choisi parmi le tétraéthoxysilane (TEOS), le triméthoxysilane ou encore l'aminopropyl-triméthoxysilane.
- 25 – La charge minérale est un oxyde ou nitre de B, Al, Ti, Zn, Zr, Cr ou Fe.
- La charge minérale est le dioxyde de titane.
- Le silicate est une argile ou un mica.
- 30 – La composition comprend 2 à 20% en poids de charge minérale.
- La charge minérale a une surface spécifique supérieure à  $40 \text{ m}^2/\text{g}$ .

Cette composition est un vernis d'isolation pour des fils de bobinage.

L'invention a également pour objet un procédé de fabrication de la composition définie ci-dessus, comprenant les étapes de :

- copolymérisation de la résine thermoplastique ou thermodurcissable avec au moins un alkoxysilane ;
- 5 - addition d'une charge minérale choisie parmi les composés du B, Al, Ti, Zn, Zr, Cr, Fe, les silicates ainsi que leurs mélanges ; et
- homogénéisation.

En particulier :

- La synthèse est réalisée dans un solvant choisi parmi ortho-crésol, métacrésol, para-crésol, acide crésylique, N-méthylpyrrolidone et Dmac et leurs mélanges.
- 10 - La réaction est conduite en présence d'un catalyseur choisi parmi l'acide PTS, le dibutyl d'étain ou un polysiloxane.

L'invention a aussi pour objet un procédé de fabrication d'un fil de bobinage comprenant les étapes de :

- application sur le fil d'un vernis comprenant la composition telle que définie ci-dessus,
- puis durcissement du vernis.

L'invention porte en outre sur le fil de bobinage obtenu selon ce procédé de fabrication et une bobine comprenant un tel fil conducteur recouvert d'un tel vernis.

L'invention fournit donc un vernis qui permet la fabrication de fils de bobinage présentant une résistance aux décharges partielles améliorées à des températures élevées. Elle fournit également un procédé de fabrication de fils de bobinage et les fils de bobinage ainsi obtenus.

25 En effet, les inventeurs ont constaté à partir d'études menées dans le domaine que certaines charges minérales jouent un rôle capacitif grâce à leur constance diélectrique élevée et contrôlent ainsi les décharges partielles apparaissant dans l'isolant sous l'effet des contraintes électromagnétiques. Les charges dans le vernis selon l'invention ont donc pour but non pas un renfort mécanique, mais la 30 dissipation des charges électriques. C'est pour cela que des charges sous forme vitreuse ou autrement lisse ne conviennent pas.

Plutôt que dissipées à l'intérieur du vernis, les charges électriques sont stockées à la surface des grains. Un tel stockage évite la contrainte pour le matériau

associée à la dissipation et permet ainsi d'augmenter la durée de vie de l'isolant. L'accumulation des charges électriques et les valeurs relativement élevées de la dissipation diélectrique implique toutefois une accumulation d'énergie principalement thermique dans le matériau et donc un mécanisme de dégradation thermique.

- 5 Or ce mécanisme de dégradation peut être ralenti grâce à la plus grande résistance thermique d'une matrice hybride organique/minérale.

Ainsi, la conjonction des deux types de matériaux permet d'augmenter sensiblement la durée de vie des fils sous forte contrainte (thermique et électromagnétique). Par ailleurs, les fils de bobinage ainsi recouverts présentent

- 10 même sous contrainte moins drastique un écart type sur la durée de vie moins élevée.

Les vernis hybrides selon l'invention sont obtenus à partir d'une résine thermoplastique ou thermodurcissable. Une telle résine peut être par exemple le polyamide imide (PAI), le polyester imide (PEI), le polyimide (PI), le polyester (PE) ou le polyuréthane (PU) ou encore polyvinylacétal (PVA) ainsi que leurs mélanges.

- 15 Dans la plupart des applications, on souhaite un vernis de basse viscosité. Dans ces cas, il est avantageux d'ajouter un solvant. Pour les polymères de type polyimide et polyester imide et polyamide imide, les solvants adaptés sont crésyliques tels que l'orthocrésol, le métacrésol, le para-crésol, l'acide crésylique, les phénols, le N-méthylpyrrolidone et le diméthylacétamide (Dmac) ainsi que leurs 20 mélanges sont particulièrement avantageux.

La résine est modifiée par addition de composés minéraux de manière connue. On peut trouver par exemple dans le brevet WO/98/25277 des indications quant aux composés utiles et la marche à suivre pour la mise en œuvre.

- Particulièrement avantageuse dans le cadre de la présente invention est la  
25 modification du polymère organique à l'aide d'un alkoxy silane : tétraalkoxysilane, tel que le tétraéthoxysilane (TEOS), ou un trialkoxysilane, tel que le triméthoxysilane ou l'aminopropyl-triméthoxysilane. Cependant, il est également possible d'envisager d'autres composés du silicium susceptibles de copolymériser avec le polymère.

- On ajoute de préférence de 10 à 50% en poids d'alkoxysilane, encore  
30 préférée étant une proportion de 20 à 40% en poids.

La réaction entre la partie organique, à savoir le polymère, et la partie minérale, l'alkoxysilane, peut être conduite en présence d'un catalyseur ou non .  
Cette réaction est menée de préférence avec l'acide pTSA, le dibutylétain  $Bu_2SnO$  ou

les polysiloxanes. De tels polysiloxanes comprennent par exemple le polydiméthyl siloxane, le silikophen(R) (commercialisé par TEGO) ou le silikoftal (R) (commercialisé par TEGO).

- La résistance aux décharges partielles, aux pics de tension et au vieillissement Corona est notablement améliorée par addition de charges minérales choisies parmi les oxydes de métal tels que le TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO<sub>2</sub>, ZnO<sub>2</sub>, les oxydes du chrome et du fer, les nitrures telles que par exemple le nitruré de bore, ou de silicates tels que les argiles, en particulier les argiles nanocomposites, le mica etc. Le dioxyde de titane constitue une charge minérale particulièrement préférée.

- 10 Les charges minérales sont ajoutées de préférence dans une proportion de 2 à 20% en poids, une teneur de 5 à 15% étant particulièrement préférée.

- La fonction supposée des charges minérales est de jouer un rôle capacitif grâce à leur constante diélectrique élevée. Par ailleurs, elles permettent de stocker les charges électriques. Dans la composition selon l'invention, la surface spécifique élevée contribue donc à une amélioration considérable de la résistance à l'effet Corona. Il est préféré que les charges minérales présentent une surface spécifique supérieure à 40 m<sup>2</sup>/g.

En outre, une porosité élevée est avantageuse dans la mesure où elle permet de piéger les charges électriques.

- 20 Les propriétés rhéologiques et autres du vernis obtenu peuvent être modifiées de façon habituelle.

- Le fil conducteur, en métal tel que le cuivre ou l'aluminium est enduit du vernis selon l'invention de manière classique puis séché. De manière particulièrement avantageuse, le vernis peut être appliqué directement sur le fil. Il est cependant également possible de l'appliquer sur le fil déjà muni d'une couche de composition par exemple servant à améliorer l'adhérence. Un tel revêtement peut être effectué par exemple avec du tris(2-hydroxyéthyl) isocyanurate (THEIC). Ensuite, le vernis est durci, de préférence par un traitement thermique. Cependant, d'autres traitements sont envisageables, par exemple avec de la lumière ultraviolette. De même, le fil de bobinage enduit de vernis selon l'invention peut être recouvert ensuite de couches additionnelles.

Pour illustrer l'invention plus en détail, elle sera expliquée ci-après à l'aide des exemples de modes de réalisation.

#### EXEMPLE 1

5 On prépare un polyesterimide (PEI) dans des solvants crésyliques par réaction entre une diamine telle que la méthylène dianiline (MDA) et de l'anhydride trimellitique (TMA) et d'un polyester aromatique hydrolysé.

10 Ce polyesterimide est modifié par addition de 10 à 50% d'alkoxysilane tel que le tétraéthoxysilane (TEOS), le triméthoxysilane, l'aminopropyl-triméthylsilane en présence ou non d'un catalyseur tel que l'acide pTSA, le dibutylétain, le  $Bu_2SnO$ ) ou un polysiloxane tel que le polydiméthylsiloxane, le silikophen, le silikophtal).

On ajoute ensuite 2 à 20% en poids par rapport à la teneur en solides de la solution de charge minérale telle que le  $TiO_2$ , le  $Al_2O_3$ , le  $ZnO_2$ , le BN, les argiles, argiles nanocomposite, et mica et on mélange jusqu'à homogénéisation.

15

#### EXEMPLE 2

On prépare un polyesterimide (PEI) dans des solvants crésyliques par réaction entre un diisocyanate tel que le méthylène diisocyanate (MDI) et l'anhydride trimellitique (TMA) suivie d'une estérification ou transestérification en présence 20 de composés possédant 2 ou plus de 2 liaisons hydroxyle, tels que le tris(2-hydroxyéthyl) isocyanurate (THEIC, les dialcools, glycols).

Ce polyesterimide est modifié par addition de 10 à 50% d'alkoxysilane tel que le tétraéthoxysilane (TEOS), le triméthoxysilane, l'aminopropyl-triméthylsilane en présence ou non d'un catalyseur tel que l'acide pTSA, le dibutylétain, le  $Bu_2SnO$ ) ou 25 un polysiloxane tel que le polydiméthylsiloxane, le silikophen, le silikophtal).

On ajoute ensuite 2 à 20% en poids par rapport à la teneur en solides de la solution de charge minérale telle que le  $TiO_2$ , le  $Al_2O_3$ , le  $ZnO_2$ , le BN, les argiles, argiles nanocomposite, et mica et on mélange jusqu'à homogénéisation.

30

#### EXEMPLE 3

On prépare un polyamide imide (PAI) dans des solvants du type N-méthylpyrrolidone (NMP) ou diméthylacétamide (Dmac) par réaction entre un disocyanate tel que le méthyldiisocyanate (MDI) et l'anhydride trimellitique (TMA).

Ce polyamide imide est modifié par addition de 10 à 50% d'alkoxysilane tel que le tétraéthoxysilane-(TEOS), le triméthoxysilane, l'aminopropyl-triméthylsilane en présence ou non d'un catalyseur tel que l'acide pTSA, le dibutylétain, le  $Bu_2SnO$ ) ou un polysiloxane tel que le polydiméthylsiloxane, le silikophen, le silikophthal).

5 On ajoute ensuite 2 à 20% en poids par rapport à la teneur en solides de la solution de charge minérale telle que le  $TiO_2$ , le  $Al_2O_3$ , le  $ZnO_2$ , le BN, les argiles, argiles nanocomposite, et mica et on mélange jusqu'à homogénéisation.

#### EXEMPLE 4

10 Un polyimide de type Pyrel M® (disponible chez E.I. Dupont de Nemours & Co. ) est modifié par addition de 10 à 50% d'alkoxysilane tel que le tétraéthoxysilane (TEOS), le triméthoxysilane, l'aminopropyl-triméthylsilane en présence ou non d'un catalyseur tel que l'acide pTSA, le dibutylétain, le  $Bu_2SnO$ ) ou un polysiloxane tel que le polydiméthylsiloxane, le silikophen, le silikophthal).

15 On ajoute ensuite 2 à 20% en poids par rapport à la teneur en solides de la solution de charge minérale telle que le  $TiO_2$ , le  $Al_2O_3$ , le  $ZnO_2$ , le BN, les argiles, argiles nanocomposite, et mica et on mélange jusqu'à homogénéisation.

Les vernis obtenus selon les modes de réalisation 1 à 4 sont appliqués sur  
20 des fils de bobinage de diamètre normalisé par l'IEC ou la NEMA, par une des techniques connues, par exemple par enduction multiple ou par pulvérisation.

De préférence, l'épaisseur de la couche de vernis est de grade 1, 2 ou 3 selon la classification de l'IEC 60 317-0-1 ou de classe single heavy ou triple dans la classification selon NW 1000 de la NEMA .

25 Les fils de bobinage ainsi obtenus ont été testés dans des conditions simulant leur utilisation par exemple dans des bobines pour des convertisseurs et variateurs de fréquences.

Les résultats montrent que les fils de bobine selon l'invention présentent une résistance améliorée à une tension crête à crête de jusqu'à 3 kV d'une fréquence  
30 allant jusqu'à 20 kHz avec un temps de montée de jusqu'à 1 kV/microseconde à une température de jusqu'à 180°C.

## REVENDICATIONS

1.- Composition comprenant :

- 5        a) un copolymère obtenu à partir d'une résine thermoplastique ou  
thermodurcissable et contenant au moins un alkoxy silane ; et  
b) une charge minérale choisie parmi les composés du B, Al, Ti, Zn, Zr, Cr,  
Fe, les silicates ainsi que leurs mélanges.

10      2.- Composition selon la revendication 1, dans laquelle la résine  
thermoplastique ou thermodurcissable est choisie parmi le groupe de polyamide  
imide (PAI), le polyester imide (PEI), le polyimide (PI), le polyester (PE) ou le  
polyuréthane (PU) ou polyvinylacétal (PVA) et leurs mélanges.

15      3.- Composition selon la revendication 1, dans laquelle le copolymère est  
obtenu par addition de 10 à 50%, de préférence 20 à 40% en poids d'alkoxy silane.

20      4.- Composition selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle  
l'alkoxy silane est choisi parmi le tétraéthoxysilane (TEOS), le triméthoxysilane ou  
encore l'aminopropyl-triméthoxysilane.

25      5.- Composition selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle la  
charge minérale est un oxyde ou nitre de B, Al, Ti, Zn, Zr, Cr ou Fe.

6.- Composition selon la revendication 5, dans laquelle la charge minérale  
25      est le dioxyde de titane.

7.- Composition selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle le silicate  
est une argile ou un mica.

30      8.- Composition selon l'une des revendications 1 à 7 comprenant 2 à 20%  
en poids de charge minérale.

9.- Composition selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle la charge minérale a une surface spécifique supérieure à 40 m<sup>2</sup>/g.

10.- Utilisation d'une composition selon l'une des revendications 1 à 9  
5 comme vernis d'isolation pour des fils de bobinage.

11.- Procédé de fabrication d'une composition selon l'une des revendications 1 à 9, comprenant les étapes de :

- copolymérisation de la résine thermoplastique ou thermodurcissable avec au moins un alkoxy silane ;
- addition d'une charge minérale choisie parmi les composés du B, Al, Ti, Zn, Zr, Cr, Fe, les silicates ainsi que leurs mélanges ; et
- homogénéisation.

15 12.- Procédé selon la revendication 11, dans lequel la synthèse est réalisée dans un solvant choisi parmi ortho-crésol, méta-crésol, para-crésol, acide crésylique, N-méthylpyrrolidone et Dmac et leurs mélanges.

20 13.- Procédé selon la revendication 11 ou 12, dans lequel la réaction est conduite en présence d'un catalyseur choisi parmi l'acide pTSA, le dibutyl d'étain ou un polysiloxane.

25 14.- Procédé de fabrication d'un fil de bobinage comprenant les étapes de :  
- application d'un vernis comprenant une composition selon l'une des revendications 1 à 9 sur le fil;

- durcissement du vernis.

15.- Fil de bobinage obtenu selon le procédé selon la revendication 14.

30 16.- Bobine comprenant un fil conducteur recouvert d'un vernis comprenant une composition selon l'une des revendications 1 à 9.